SetE BULLETIN SCIENCE ET ENVIRONNEMENT SetE
Numéro 30 mai/juin 2002

LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET LES ESPÈCES SAUVAGES

De tous les effets de l'activité humaine qui influent sur la répartition et l'abondance des espèces sauvages à la surface du globe, on en chercherait en vain qui soient plus universels ou plus puissants que les changements climatiques. En effet, si conformément aux prédictions des savants, les concentrations de dioxyde de carbone doivent doubler au cours du prochain siècle, il ne restera pratiquement plus un coin de la planète où la santé et la diversité de la flore et de la faune seront à l'abri des changements.

D'après les modèles de climat mondial, nous assisterons dans l'avenir à une augmentation des températures de surface, des précipitations et de la fréquence des phénomènes météorologiques violents, de même qu'à une élévation du niveau des mers et à une réduction de la couverture des glaces de mer. La manière dont ces changements—et d'autres qu'ils provoqueront à leur tour—influeront sur les espèces sauvages est difficile à prédire. Certaines espèces s'adapteront, d'autres gagneront un nouveau territoire, et d'autres encore s'éteindront graduellement pour être remplacées par des espèces mieux adaptées aux nouvelles conditions.

Toutes les espèces possèdent la capacité de s'adapter—du moins dans une certaine mesure—aux perturbations naturelles. Ce n'est pas d'hier que le climat et l'habitat subissent des changements, et que ceux-ci entraînent à leur tour des modifications de la diversité des espèces sur la Terre. Ce qui donne aux changements climatiques actuels leur caractère unique, si l'on excepte les événements cataclysmiques tels que la chute d'une météorite, c'est que la vitesse à laquelle ils se produisent ne laisse pas aux espèces et aux écosystèmes le temps de s'adapter.

Dans un rapport publié en 2002 sous le titre *Habitats at Risk: Global Warming and Species Loss in Globally Significant Terrestrial Ecosystems* [Habitats en péril : Le réchauffement de la planète et la disparition des espèces dans des écosystèmes terrestres d'importance mondiale], le Fonds mondial pour la nature (FMN) signale que de nombreux habitats peuvent se modifier dix fois plus vite qu'ils ne l'ont fait depuis la dernière période glaciaire. Autrement dit, les espèces devront s'adapter ou changer d'aire de répartition à un rythme plus rapide qu'elles ne l'ont jamais fait par le passé afin d'« amortir » les coups portés par le climat. Pour un grand nombre d'entre elles, il s'agit malheureusement là d'un scénario irréaliste.

Si les glaces de mer venaient à disparaître au cours des cent prochaines années, comme le prédisent les modèles climatiques, les populations d'ours polaires seraient décimées et pourraient même être anéanties.

Les espèces les plus particulièrement exposées à la disparition sont celles qui ont besoin d'habitats différents à divers stades de leur existence, comme les amphibiens, et celles qui possèdent un habitat très particulier, limité dans l'espace à une région restreinte. Ce dernier groupe comprend les animaux et les plantes qui vivent sur des îles, dans des lacs isolés ou dans les régions montagneuses élevées et n'ont aucun autre endroit où aller si leur habitat devient lentement inhospitalier. Les oiseaux migrateurs, tels que les oiseaux de rivage, qui dépendent d'une nourriture particulièrement abondante à certains moments dans leurs aires de rassemblement ou de reproduction, sont également très menacés.

Dans son rapport, le FMN se fait l'écho des prédictions du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, de la

Suite à la page 2

À L'INTÉRIEUR

Les produits ignifugeants : une menace pour l'environnement?

Les glaciers polluent les écosystèmes aquatiques

Le déboisement menace les plaines boréales du Canada

Des écosystèmes raréfiés de C.-B. en état de siège

Suite de la page 1

National Wildlife Federation américaine et d'autres autorités scientifiques, selon lesquelles les changements climatiques seront particulièrement prononcés sous les latitudes les plus hautes et aux altitudes les plus élevées. Il est précisé dans ce rapport que le Canada fera partie des pays les plus durement touchés par les effets des changements climatiques, et deux régions du Nord canadien qui se signalent par une grande richesse biologique—la toundra du Bas-Arctique et les forêts boréales de la région du lac Muskwa/de l'Esclave—y figurent parmi les écosystèmes les plus vulnérables du monde.

La principale raison pour laquelle les écosystèmes des latitudes élevées subiront des perturbations plus importantes que les autres, c'est que le réchauffement de la surface doit être nettement plus important dans les régions arctiques. Or, étant donné qu'une grande partie du Nord est recouverte de neige et de glace, le réchauffement planétaire aura un effet dévastateur sur cet habitat extrêmement spécialisé d'espèces sauvages. Par ailleurs, on s'attend à voir apparaître dans les écosystèmes septentrionaux une source supplémentaire de perturbation qui prendra la forme d'un déplacement des aires géographiques de répartition des espèces végétales et animales vers le nord et vers des altitudes plus élevées, ce qui augmentera la compétition pour la nourriture et l'espace avec les espèces déjà présentes.

Les chercheurs ont déjà observé des modifications de l'aire et du cycle de répartition des espèces attribuables à l'augmentation graduelle de la température au cours des 50 dernières années. En Amérique du Nord, l'aire de répartition de certains insectes, dont les papillons et les araignées, s'est étendue vers le nord—et certaines espèces d'oiseaux ont entamé plus tôt leur migration et leur reproduction printanières. Les poissons sont également très sensibles aux changements de température, et un grand nombre d'espèces d'eau tempérée ont été observées plus au nord au cours des dernières années.

La végétation aussi est en train de migrer vers le nord, et la plupart des scénarios de changements climatiques semblent indiquer qu'au cours du prochain siècle, le déplacement vers le nord de la zone climatique convenant aux forêts boréales pourrait atteindre 550 kilomètres. Cette migration est attribuable au fait que les températures plus élevées provoquent un dégel saisonnier plus profond qui, à son tour, améliore le drainage du sol et stimule la libération des substances nutritives. En outre, la chaleur du soleil encourage la décomposition de la litière du sol et stimule la croissance des plantes.

Ces modifications intéressant la végétation signifient que les herbivores disposeront d'une plus grande quantité de nourriture, mais elles auront du retard sur les changements climatiques, surtout dans le cas des arbres. Entre-temps, à mesure que les arbres et d'autres plantes disparaîtront et iront s'établir ailleurs ou seront remplacés par d'autres espèces, de nombreux oiseaux et animaux qui dépendaient de l'habitat d'origine n'auront plus d'endroit où se diriger. Par ailleurs, les habitats ainsi perturbés favorisent l'apparition d'une végétation moins diversifiée, plus « luxuriante », et sont plus aisément envahis par des espèces étrangères.

Dans l'Arctique, on s'attend à ce que la réduction de la toundra fasse perdre à celle-ci jusqu'aux deux tiers de sa surface, à mesure que de nouvelles espèces végétales y pénétreront pour remplacer les espèces indigènes. Ce changement aurait des conséquences extrêmement importantes pour les espèces polaires et les oiseaux de rivage, dont un grand nombre dépendent de cet habitat pour nourrir leur progéniture ou assurer leur subsistance au cours de leurs longues migrations. Le bœuf musqué et le caribou des toundras sont tout particulièrement tributaires de l'accès à la végétation de la toundra, et le lichen représente à peu près 60 p. 100 du régime de la seconde de ces espèces.

À mesure que la toundra disparaîtra, il est vraisemblable que le caribou des toundras se déplacera aussi vers le nord et finira par envahir le territoire du caribou de Peary, plus petit que lui,

Bœufs musqués dans la toundra.

qu'on trouve dans les îles de l'Extrême-Arctique. Des hivers plus doux peuvent améliorer les capacités reproductives des caribous et d'autres espèces, mais les neiges abondantes que ceux-ci devront affronter si l'augmentation prévue des précipitations se concrétise pourraient les obliger à dépenser plus d'énergie pour s'alimenter ou même les empêcher d'accéder à leur nourriture. Par ailleurs, si la neige au sol fondait pour se transformer en bouillie neigeuse ou si elle était ramollie par la pluie, elle pourrait se transformer en glace ferme, et les caribous deviendraient incapables de se nourrir sur une bonne partie de leur aire de répartition. Par ailleurs, les couches de glace ainsi formées dans les accumulations de neige peuvent emprisonner dans les terriers des petits mammifères, tels que les lièvres, du dioxyde de carbone qui empoisonnera ceux-ci ou les obligera à regagner la surface, où ils risqueront davantage d'être la proie du gel ou des prédateurs. Enfin, un climat beaucoup plus doux pourrait multiplier les types de maladies et de parasites dans l'Extrême-Arctique et y accroître leur incidence.

Des températures plus chaudes pourraient aussi poser d'autres problèmes aux animaux en modifiant l'étendue et la durée d'existence de la couverture des glaces de mer. Une rupture printanière précoce de la glace d'eau douce sur les lacs et les cours d'eau pourrait influencer les cycles migratoires, et certains animaux risqueraient davantage de se noyer en s'efforçant d'atteindre leurs aires d'alimentation saisonnières—un phénomène qui s'observe déjà les années où la débâcle a lieu plus tôt. Cette précocité du dégel nuit également à des animaux tels que les

Suite à la page 3

Suite de la page 2

ours polaires et les phoques, qui dépendent de la glace à d'autres fins essentielles.

Dans l'ouest de la baie d'Hudson, la rupture des glaces de mer se produit en moyenne deux semaines plus tôt qu'il y a 20 ans. Ce phénomène a réduit la période dont disposent les ours polaires pour chasser sur la glace avant que celle-ci n'ait complètement fondu, à la mi-juillet. Étant donné que les ours de cette région sont alors obligés de gagner la terre ferme pour jeûner au moins quatre mois (huit dans le cas des femelles gravides), les réserves de graisse accumulées durant la chasse sont essentielles à la survie et à la production d'oursons. Les études effectuées par les chercheurs d'Environnement Canada sur des mâles et des femelles adultes au cours de la même période de 20 ans ont révélé une corrélation directe entre, d'une part, la précocité de la rupture des glaces et, d'autre part, une détérioration de la condition physique des ours, ainsi que des baisses de la reproduction et du nombre moyen de petits dans une portée. Si les glaces de mer disparaissent complètement d'ici 2100, ainsi que le prédisent les modèles de climat, les chercheurs prévoient qu'il ne restera guère d'ours polaires dans cette région, voire plus du tout.

Les phoques annelés, principales proies des ours, sont également touchés. Une étude sur les phoques du golfe Amundsen a permis de constater que les mères abandonnaient leurs petits ou les jetaient à l'eau lors d'une rupture précoce des glaces. Quant aux morses et aux phoques barbus, eux aussi ont besoin de solides plates-formes de glaces de mer pour se reproduire, élever leurs petits et se reposer. Au printemps, les femelles des phoques annelés utilisent la neige amoncelée au-dessus des trous de respiration pratiqués dans la glace pour se créer des refuges en vue de la mise bas. Ainsi qu'on l'a observé il y a plusieurs années sur l'île de Baffin, une pluie précoce pour la saison peut faire s'effondrer ces refuges et les détruire complètement, exposant ainsi les petits à la prédation par les ours et les renards polaires.

La réduction de la couverture des glaces de mer s'accompagne par ailleurs d'une modification de l'étendue et de l'emplacement des lisières de glace et de l'eau libre. Le plancton, très prospère dans cette région de l'écosystème océanique, supporte une vaste population de poissons, laquelle sert à son tour de nourriture à toute une gamme d'oiseaux et de mammifères marins. On s'attend à ce que les changements intéressant la température de l'eau, les courants océaniques et la couverture des glaces provoquent un déplacement vers le nord de l'aire de répartition de nombreuses espèces marines, ce qui devrait modifier la disponibilité, la nature et l'emplacement de la nourriture.

Les chercheurs d'Environnement Canada se sont servis d'oiseaux de mer nichant en colonies comme indicateurs des types de changements que le réchauffement planétaire impose aux écosystèmes marins de l'Arctique. Des études effectuées entre 1980 et 2001 sur les Guillemots de Brünnich dans les colonies de nidification du nord de la baie d'Hudson ont démontré que le régime alimentaire des oisillons au nid s'était modifié de façon considérable au cours de cette période. Le saïda et le chabot—qui formaient jadis la principale nourriture des jeunes guillemots—constituent maintenant une portion bien plus réduite de leur régime, tandis que le capelan et le lançon y tiennent une place beaucoup plus importante.

Selon les chercheurs, ce changement démontre que la réduction de la couverture des glaces de la baie d'Hudson au cours de la saison de reproduction—cette couverture a en effet diminué de moitié au cours des 30 dernières années—a modifié l'abondance relative de ces espèces dans la baie. En effet, le saïda, une espèce qui joue un rôle clé dans la chaine alimentaire marine de l'Arctique, a besoin de la couverture des glaces pour se nourrir et échapper aux prédateurs. Quant au capelan et au lançon, ils fréquentent plutôt les eaux subarctiques. Or, depuis les années 1980, le nombre de capelans et la répartition de ce poisson extrêmement sensible aux changements de température de son milieu ont subi des modifications importantes dans les eaux du Canada atlantique.

L'étude a également mis au jour des indices étayant la théorie selon laquelle le réchauffement rendrait les écosystèmes plus vulnérables aux insectes nuisibles et à d'autres parasites—un phénomène qui pourrait avoir des conséquences graves pour les populations animales. Les chercheurs ont en effet remarqué qu'une hausse des températures dans le nord de la baie d'Hudson a provoqué une apparition précoce des moustiques, qui en ont profité pour harceler les oiseaux en train de couver. Face à cette situation, qui n'avait jamais été observée auparavant, certains oiseaux se sont laissé littéralement saigner à mort, ce qui indique qu'il s'agissait là de leur première expérience d'une telle menace. D'autres oiseaux ont tout simplement abandonné leurs œufs pour s'envoler vers la mer—un comportement qu'ils n'auraient jamais adopté dans des circonstances normales. Ce phénomène a permis aux goélands de s'emparer d'un nombre d'œufs de guillemots trois à quatre fois plus élevé les jours où les moustiques étaient présents en grand nombre.

L'apparition précoce de moustiques et d'autres invertébrés attribuable au réchauffement pourrait aussi causer des difficultés aux oiseaux de rivage qui se reproduisent dans l'Arctique. En

Guillemots de Brünnich.
Photo : Tony Gaston

Suite à la page 4

Suite de la page 3

effet, les larves nouvellement écloses sont la principale proie des petits de ces oiseaux. Les adultes devront donc migrer de plus en plus tôt vers le nord pour pouvoir assurer l'éclosion de leurs petits avant l'apparition massive des insectes. Or, il leur sera peut-être impossible d'agir de la sorte si, ainsi

Les oiseaux de rivage qui nichent dans l'Arctique, tels que le Bécasseau semipalmé, sont particulièrement sensibles aux effets des changements climatiques. Photo : C. L. Gratto-Trevor

qu'on le prévoit, le moment de la ponte chez les limules de la baie Delaware doit changer plus lentement, car les limules sont une proie essentielle de nombreux oiseaux de rivage au cours de la migration printanière. Les chercheurs d'Environnement Canada s'efforcent actuellement de déterminer si les réductions importantes de la population chez de nombreuses espèces d'oiseaux de rivage qui se reproduisent dans l'est de l'Arctique canadien sont liées à des modifications du climat estival.

Bien qu'on prévoie que les écosystèmes de l'Arctique seront les plus durement touchés, il en existe d'autres dans les régions plus méridionales du Canada où les changements climatiques exerceront également leur action. On s'attend à ce que les poissons qui vivent au large des deux littoraux ou dans les cours d'eau et les lacs réagissent à ces changements—les poissons d'eau froide en se dirigeant vers le nord lorsque ce sera possible, et les poissons d'eau tempérée en gagnant des habitats qui étaient auparavant trop froids pour eux. Dans le sud de l'Ontario, l'achigan, le bar blanc et le crapet-soleil sont parmi les poissons qu'on s'attend à voir prospérer à mesure que l'eau se réchauffera, tandis que le touladi et le corégone risquent de disparaître. L'aire de répartition des saumons du Pacifique, au large des côtes méridionales de la Colombie-Britannique pourrait se déplacer vers le nord si les eaux continuent de se réchauffer, tandis que le thon et le maquereau prendraient leur place.

Si le réchauffement se poursuit, le niveau des mers s'élèvera sur les littoraux tant atlantique que pacifique, ce qui augmentera l'érosion côtière et les inondations, et causera la disparition de terres humides littorales. L'élévation du niveau des mers pourrait être néfaste aux lieux de nidification importants, aux œufs et aux oisillons, surtout si la fréquence des tempêtes violentes augmente comme les modèles de climat semblent l'indiquer. Les marais côtiers du delta du Fraser, en Colombie-Britannique, qui constituent des habitats essentiels pour les oiseaux aquatiques, les oiseaux de rivage et les alevins de saumons, pourraient être noyés ou écrasés contre les digues marines.

Les variations du ruissellement attribuables à une réduction du manteau nival, la rupture précoce des glaces, l'augmentation du débit printanier et la diminution du débit estival des cours d'eau auront une influence considérable sur les écosystèmes aquatiques. Dans de nombreuses régions méridionales du pays, on a déjà observé dans les cours d'eau, les lacs et les terres humides, une baisse du niveau d'eau qui menace à la fois le volume et la reproduction des poissons et des oiseaux aquatiques. Les niveaux extrêmement bas des eaux douces du Saint-Laurent observés en 1998-1999 ont provoqué des modifications considérables de cet habitat et permis son invasion par une végétation opportuniste.

Dans les régions montagneuses où l'eau de fusion glaciaire contribue à préserver l'habitat des truites et d'autres espèces tout particulièrement adaptées à la vie en eau froide, la baisse des débits pourrait avoir un effet prononcé sur l'aptitude de ces espèces à migrer et à frayer. Les diminutions observées au cours des dernières années ont peut-être déjà eu des conséquences graves pour la population d'ombles à tête plate.

En dépit de l'augmentation prévue des précipitations, les chercheurs s'attendent à ce que la disponibilité de l'eau diminue dans de nombreuses régions méridionales du pays—surtout dans les Prairies—en raison de l'évaporation accrue provoquée par le réchauffement. Ce phénomène aggravera le problème du niveau de l'eau dans les écosystèmes aquatiques tels que les terres humides et les marais, dont certains risquent même de se dessécher complètement. La disparition de telles régions aurait des conséquences importantes pour les oiseaux aquatiques, les oiseaux de rivage et les autres espèces qui en sont tributaires.

On s'attend à ce que les régimes d'inflammabilité se modifient dans la plus grande partie de la région boréale du Canada, ce qui influera sur les pratiques forestières et sur l'habitat dont disposent les espèces sauvages. En outre, à mesure que les températures augmenteront, des plantes telles que le blé pourront être cultivées plus au nord, ce qui provoquera la disparition de nouveaux habitats.

Il est impossible de déterminer avec certitude la manière dont les espèces sauvages réagiront aux modifications de leur habitat qui résulteront du rythme actuel rapide des changements climatiques. Cependant, les études auxquelles se livrent présentement les chercheurs d'Environnement Canada et leurs confrères sur les modifications récentes du comportement, de la répartition et de l'abondance des espèces nous permettent de mieux comprendre ce que l'avenir nous réserve. Ces études démontrent de façon décisive qu'à moins que nous prenions des mesures immédiates et draconiennes pour enrayer les changements climatiques, la biodiversité mondiale risque de subir d'ici un siècle des altérations irréversibles.

Dans cet ordre d'idées, il faudra notamment s'employer avec persévérance, tant au pays que dans le reste du monde, à réduire les émissions de gaz à effet de serre, tels que le dioxyde de carbone et le méthane. Par ailleurs, l'humanité devra adapter ses activités aux changements climatiques de manière à limiter leurs effets indésirables sur les espèces sauvages et les écosystèmes naturels. SetE

LES PRODUITS IGNIFUGEANTS : UNE MENACE POUR L'ENVIRONNEMENT?

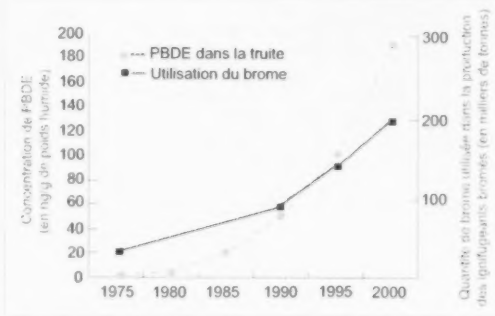
Depuis l'Antiquité, on emploie des produits ignifugeants pour se prémunir contre les incendies. Ils sont présents aujourd'hui dans une foule de produits d'usage courant, notamment les textiles, les plastiques, les peintures, les téléviseurs et les ordinateurs. Cependant, il est de plus en plus évident que la protection accordée par ces substances chimiques s'accompagne d'effets nocifs.

La chimie a beaucoup évolué depuis l'époque où les Égyptiens et les Romains se servaient de l'alun pour réduire l'inflammabilité du bois. Aujourd'hui, on recense plus de 175 produits chimiques aux propriétés ignifugeantes, qui se répartissent en quatre grandes catégories : les produits inorganiques, les produits organiques halogénés, les produits organophosphorés et les produits azotés. Les ignifugeants bromés—qui sont les ignifugeants organiques les plus courants—peuvent être chimiquement liés à des plastiques (comme réactifs) ou mélangés à des polymères et des résines (comme additifs).

On pense que les ignifugeants employés comme additifs s'échappent plus facilement dans l'environnement que les ignifugeants utilisés comme réactifs. En 1979, on a détecté la présence de polybromodiphényléthers (PBDE), un ignifugeant employé comme additif, dans des échantillons de sol et de boues prélevés autour d'une usine américaine de PBDE. Depuis, des études menées en Europe, en Amérique du Nord et au Japon ont révélé une forte répartition de ces contaminants chez les poissons, les crustacés, les oiseaux piscivores, les mammifères marins et les sédiments. Vers la fin des années 1990, une étude effectuée en Suède a révélé que les concentrations de PBDE présentes dans le lait maternel étaient en hausse exponentielle depuis le début des années 1970, ce qui a eu pour effet d'accroître les inquiétudes au niveau international.

Les molécules de BDE sont structurellement similaires aux molécules de biphényles polychlorés (PBC), des substances chimiques industrielles considérées comme des carcinogènes probables et que l'on sait responsables d'anomalies congénitales, de troubles neurologiques et de dérèglements thyroïdiens. En outre, des études préliminaires laissent croire que les BDE (dont la structure chimique ressemble à celle de la thyroxine) pourraient perturber le métabolisme des hormones thyroïdiennes et leur circulation dans le corps.

À Environnement Canada, l'Institut national de recherche sur les eaux (INRE) dirige des études nationales et internationales visant à cerner les sources, le comportement environnemental et la toxicité des ignifugeants bromés, et aide à en déterminer les risques pour la santé humaine. L'INRE a organisé et accueilli trois ateliers internationaux, où des chercheurs gouvernementaux et universitaires ont mis en commun leurs connaissances sur la question, notamment sur la façon de mesurer avec précision les concentrations-traces de PBDE dans divers secteurs de l'environnement.



Concentrations moyennes de polybromodiphényléthers relevées dans des truites du lac Ontario et quantité de brome utilisée à l'échelle mondiale pour la production d'ignifugeants bromés entre 1975 et 2000.

De concert avec Pêches et Océans Canada, Santé Canada et les universités de Guelph et de Trent, Environnement Canada a réalisé une étude pluriannuelle sur les effets des PBDE au Canada. Cette étude, portant sur les concentrations de PBDE présentes dans le lait maternel, les animaux sauvages, le biote, les œufs d'oiseau, les sédiments et l'atmosphère dans différentes régions du pays, confirme l'omniprésence de la pollution par les PBDE au Canada.

Les PBDE ont été détectés dans des échantillons d'air des Grands Lacs et de l'Arctique, dans des sédiments de surface du lac Ontario, dans des sédiments en suspension de la rivière Wapiti en Alberta, ainsi que dans les boues d'épuration d'usines ontariennes de traitement des eaux usées. Ils étaient également présents dans des touladis des Grands Lacs, des poissons et des mammifères marins de l'estuaire du Saint-Laurent, des échantillons biotiques de la côte Ouest du Canada, des phoques de l'île Holman (T.N.-O.) et des œufs de Goéland argenté du bassin des Grands Lacs. Une comparaison avec des échantillons conservés en archive indique que les concentrations de PBDE sont en hausse en Amérique du Nord, alors qu'elles diminuent en Europe et au Japon.

Environnement Canada a récemment codirigé la publication d'un numéro spécial de la revue scientifique internationale *Chemosphere*, qui dressait l'état actuel des recherches scientifiques sur les PBDE et traitait des difficultés que comporte encore la détermination de leurs effets environnementaux et sanitaires. La publication de nouvelles études faisant état de fortes teneurs de PBDE dans les tissus graisseux et le sérum sanguin des humains, en plus du lait maternel, inquiète les chercheurs et les instances de réglementation.

Les chercheurs du Ministère continueront de collaborer avec leurs collègues canadiens et étrangers pour dissiper certaines des incertitudes relatives au rejet et au transport à distance de ces polluants à l'échelle planétaire et contribuer à évaluer leur éventuelle toxicité pour les humains. **SoE**

Des scientifiques juchés sur un échafaudage volant prélèvent des échantillons de glace pour analyse sur la paroi d'une falaise de glace de 3 000 mètres au mont Snow Dome, en Colombie-Britannique.

LES GLACIERS POLLUENT LES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES

Des pesticides dont l'usage est interdit ou restreint en Amérique du Nord depuis des décennies pénètrent dans les écosystèmes aquatiques vierges de l'ouest et du nord du Canada en provenance des eaux de fonte glaciaire. Transportés par le vent depuis des pays aussi lointains que la Chine, ces polluants se condensent dans la neige qui tombe dans les milieux froids et élevés, puis sont emprisonnés dans les couches de neige et de glace jusqu'à ce que la chaleur du soleil les en libère.

Les pesticides organochlorés, tels que le DDT, ne se dégradent pas aisément, si bien qu'ils s'accumulent dans les tissus et se propagent dans la chaîne alimentaire lorsqu'ils sont ingérés par des organismes. Dans les années 40 et 50, leur usage s'est largement répandu. Par la suite, ces produits chimiques ont été associés à toutes sortes d'effets néfastes sur la santé, notamment des déficiences reproductives chez les animaux et le cancer chez les humains. On a entrepris d'en restreindre l'usage en Amérique du Nord dans les années 70, mais ils continuent d'être utilisés ailleurs dans le monde, particulièrement dans les pays en développement.

Après avoir décelé des concentrations étonnamment élevées de pesticides organochlorés dans les touladis, les lacs alimentés par des glaciers et la neige de parcs vierges des montagnes Rocheuses, les scientifiques d'Environnement Canada ont entrepris d'étudier les tendances concernant leur dépôt à des altitudes plus élevées. Pour réduire au minimum la contamination croisée due à la fonte, ils ont concentré leurs efforts sur le mont Snow Dome, en Alberta—le plus haut glacier du champ de glace Columbia.

Pour abaisser le plus possible la limite de détection des composés organochlorés, les chercheurs ont préféré ne pas prélever d'échantillons du noyau de glace, opération coûteuse qui fournit relativement peu d'eau pour fins d'analyse. Ils ont plutôt décidé de descendre, à l'aide d'un échafaudage volant, dans une crevasse de 30 mètres de profondeur, où ils ont prélevé suffisamment de neige et de glace pour obtenir l'équivalent de 20 à 40 litres d'eau par échantillon.

Les épaisses couches annuelles de la crevasse ne remontaient qu'à 12 ans environ, de sorte que les scientifiques ont dû se procurer des échantillons antérieurs sur la paroi d'une falaise de glace de 3 000 mètres, où les strates annuelles—bien que moins épaisses—dataient des années 40. Munis de matériel d'alpinisme et aidés d'un glaciologue, ils ont réussi à prélever une gamme complète d'échantillons datant de 1959. Ils ont par la suite fait fondre ces échantillons au laboratoire pour les analyser.

Bien que les niveaux de DDT, de dieldrine et de chlordane dans l'environnement aient diminué depuis la fin des années 70 dans l'est de l'Amérique du Nord, les résultats de l'étude ont permis d'établir que ces mêmes produits chimiques avaient atteint leur concentration maximale au mont Snow Dome entre le milieu et la fin des années 80. Le lindane et l'endosulfan ont eux aussi accusé des concentrations maximales en 1989, tandis que le niveau de l'hexachlorobenzène augmentait de façon constante et pourrait même continuer de croître.

Étant donné que les masses d'air au mont Snow Dome proviennent de la zone continentale du Canada et des États-Unis durant 32 p. 100 environ de l'année et de l'océan Pacifique et de l'Asie le reste du temps, les sources possibles des pesticides décelés dans le glacier Snow Dome sont le Canada, les États-Unis, l'Asie et le Mexique. L'Asie, tout particulièrement, pourrait constituer une source importante du DDT déposé dans les années 80, puisque la production et l'usage de ce pesticide en Chine ont atteint leur point culminant dans les années 70.

Des scientifiques et des étudiants de l'Université de l'Alberta ont donné suite à ces recherches en recueillant des échantillons de neige et de glace dans d'autres emplacements froids et élevés. Ils y ont relevé la même tendance, à savoir que les concentrations de pesticides augmentent dans les précipitations et la glace avec l'altitude.

Les résultats de ces études, ainsi que d'autres qui ont été effectuées sur les étendues de glaciers et de champs de glace de la calotte glaciaire Agassiz, dans le nord de l'île d'Ellesmere au Nunavut, donnent à penser que les eaux de fonte provenant des glaciers libéreront des quantités importantes de pesticides organochlorés dans certains écosystèmes alpins et aquatiques des littoraux maritimes du nord pendant des décennies et peut-être même des siècles. Il est possible que ces émissions contribuent au niveau élevé de pesticides que l'on a constaté dans les poissons de lacs alimentés par des glaciers et qu'elles constituent une menace pour la santé des êtres humains et de la faune qui se nourrit de ces poissons. Ce phénomène pourrait avoir des conséquences encore plus graves si les températures continuent de croître par suite du réchauffement de la planète.

Certaines parties de l'étude effectuée au mont Snow Dome ont été reconstituées afin d'être utilisées dans une série d'émissions télévisées de David Suzuki qui examinent l'interdépendance des êtres vivants. Cette série de quatre heures, basée sur le livre de M. Suzuki intitulé *The Sacred Balance*, doit être diffusée par le réseau anglais de télévision de Radio-Canada, à l'automne 2002. SoE

LE DÉBOISEMENT MENACE LES PLAINES BORÉALES DU CANADA

Paysage diversifié de basses terres au relief légèrement vallonné et de forêt boréale mixte, l'écozone des plaines boréales du Canada abrite un plus grand nombre d'espèces d'oiseaux nicheurs que pratiquement tout autre écosystème forestier de l'Amérique du Nord. Au cours des dernières décennies, toutefois, des activités humaines telles que la foresterie et l'agriculture ont contribué à la perte d'habitat et au déclin de certaines populations d'oiseaux dans cette importante région.

L'écozone des plaines boréales s'étend sur quelque 650 000 kilomètres carrés dans les Prairies, depuis le sud-est du Manitoba jusqu'au nord-ouest de l'Alberta. La plus grande partie de cette région abrite une forêt boréale constituée principalement d'épinettes blanches, d'épinettes noires, de sapins baumiers, de pins de Banks et de mélèzes laricins établis sur certaines tourbières, en même temps que de nombreux feuillus, dont le peuplier faux-tremble. Des quelque 200 espèces d'oiseaux qui nichent dans la forêt boréale méridionale de l'ouest du Canada, le tiers environ sont des grands migrateurs venus de régions tropicales du sud—dont plusieurs accusent un déclin graduel. Les autres sont des migrateurs de courte distance ou des résidents.

Bien que la principale industrie des plaines boréales de la Saskatchewan soit la foresterie, près de 20 p. 100 des terres sont consacrées à la production de céréales ou à l'élevage de bétail. La plus grande partie de la portion sud des plaines boréales (connue sous le nom d'écorégion de transition boréale) fut défrichée à des fins agricoles il y a plus de 60 ans. Dans les secteurs septentrionaux de l'écorégion de transition boréale, toutefois, la conversion directe de terrains boisés en cultures de céréales ou de graines oléagineuses et en pâturages se poursuit à un rythme rapide.

Pour examiner de plus près la situation, les spécialistes de la recherche sur les espèces sauvages d'Environnement Canada ont établi un état des pertes forestières subies par l'écorégion de transition boréale de la Saskatchewan (une superficie de près de 50 000 km^2) et déterminé la mesure dans laquelle certains facteurs ont influé sur la répartition et le rythme d'évolution de la couverture forestière.

En se fondant sur l'imagerie par satellite et sur d'autres données, ils ont estimé qu'une proportion de 73 p. 100 de l'écorégion avait été convertie en terres agricoles depuis la colonisation européenne. La région a connu un taux annuel de déboisement de 0,89 p. 100 entre 1966 et 1994, par rapport à une moyenne mondiale de 0,3 p. 100. On a établi par ailleurs qu'une superficie forestière sensiblement moindre demeure sur les terres qui sont détenues par des intérêts privés, qui conviennent particulièrement à l'agriculture,

Vue aérienne d'une partie de l'écozone des plaines boréales montrant l'impact de l'agriculture sur le paysage.

qui comptent une densité routière élevée ou qui sont situées dans les secteurs sud de la zone d'étude.

Afin de déterminer la manière dont la modification de l'usage des terres a influé sur l'abondance et la diversité relatives des espèces d'oiseaux, les scientifiques ont étudié les données du Relevé des oiseaux nicheurs de l'Amérique du Nord concernant cinq parcours de l'Alberta, de la Saskatchewan et du Manitoba touchés par la perte ou la fragmentation de l'habitat forestier local et par le drainage ou la détérioration des terres humides. Ces parcours ont été comparés à un parcours témoin dans un habitat similaire, mais non modifié, de l'écozone du bouclier boréal.

Le parcours Brightsand, en Saskatchewan, qui, il y a quelques années, avait connu la plus grande abondance d'espèces de tous les parcours des oiseaux nicheurs en Amérique du Nord, a vu leur diversité tomber d'un maximum de 105 espèces en 1987 à 67 en 1995. Qui plus est, 13 espèces qui étaient régulièrement signalées avant 1990 connaissent des baisses de population radicales. Une analyse des données relatives à la couverture terrestre le long de ce parcours a permis d'établir que la couverture forestière avait diminué dans une proportion allant jusqu'à 55 p. 100 en trois décennies à peine.

Des tendances similaires ont été signalées sur les autres parcours. Bien que tous les groupes d'oiseaux—y compris les espèces habitant les forêts, les prairies et les terres humides—aient décliné, ce sont les oiseaux associés à ces dernières qui ont connu la plus forte diminution de leur nombre. Par contraste, aucune des espèces du parcours témoin n'accusait de chutes de population significatives.

Il est à craindre, par ailleurs, que le taux de déboisement de la forêt boréale dans l'ouest du Canada n'ait de sérieuses répercussions pour la stratégie canadienne concernant les changements climatiques. Les forêts jouent un rôle important dans le cycle mondial du carbone parce qu'elles absorbent le dioxyde de carbone—un gaz à effet de serre qui emprisonne la chaleur du soleil dans l'atmosphère. En outre, la conversion des terrains forestiers en terres agricoles accroît davantage les émissions de gaz à effet de serre, tels que les oxydes d'azote par les engrais et le méthane par le fumier et le bétail.

Les forêts de l'écozone des plaines boréales ont une incidence directe sur le climat et la biodiversité. L'étude jouera un rôle vital dans l'élaboration et l'application de plans à long terme d'utilisation des terres visant à protéger l'intégrité écologique de cette région menacée. SetE

DES ÉCOSYSTÈMES RARÉFIÉS DE C.-B. EN ÉTAT DE SIÈGE

L'un des habitats les plus rares et dotés de la plus grande richesse biologique du Canada risque de disparaître. Au cours des 150 dernières années, 99 p. 100 des écosystèmes de chênes de Garry de Colombie-Britannique ont été défrichés au profit de l'exploitation forestière, de l'agriculture et du développement urbain. Aujourd'hui, les derniers fragments luttent pour leur survie devant les pressions sans cesse accrues des promoteurs immobiliers, des insectes nuisibles et des espèces végétales étrangères envahissantes.

Chênes de Garry sur un versant abrupt de la côté de la Colombie-Britannique. Photo : Mark Kaarremaa.

Mosaïques de zones rocailleuses ouvertes, de prairies, de terrains boisés et de prés parsemés de Douglas taxifoliés et d'exubérantes fleurs sauvages, les écosystèmes de chênes de Garry s'étendent du sud de la Colombie-Britannique à la Californie. Limités au Canada à la côte sud-est de l'île de Vancouver, au sud des îles Gulf et à quelques poches isolées dans la vallée du Fraser, ils sont inscrits par le ministère provincial de la Protection de l'eau, du sol et de l'air sur la liste des écosystèmes en péril, courant un risque sérieux de disparition de la province.

L'effet d'ombre de la pluie de l'île de Vancouver et des Olympic Mountains est responsable du climat sec et de type méditerranéen des écosystèmes de chênes de Garry. Dans ces conditions, un grand nombre des quelque mille espèces végétales et animales trouvées dans ces écosystèmes se sont adaptées à la sécheresse—et certaines de ces espèces sont rares ou en voie de disparition. Vingt-et-une d'entre elles—dont le damier de Taylor et la couleuvre à queue fine—sont inscrites sur la liste des espèces en péril à l'échelle nationale par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Quatre-vingt treize autres sont considérées comme étant en péril dans la province.

Outre la menace que fait peser sur eux la conversion des terres au développement urbain et à l'agriculture, les écosystèmes de chênes de Garry ont souffert du surpâturage et de la suppression des feux de forêt qui les ont tous deux exposés à l'invasion d'espèces végétales non indigènes. Par le passé, les incendies contribuaient probablement pour une grande part à enrayer ces invasions en brûlant l'herbe et les arbustes tout en permettant aux arbres de survivre.

Une espèce introduite particulièrement dommageable, le genêt à balai, a pris la place de végétaux indigènes et modifié les éléments nutritifs du sol, altérant gravement la composition de ces écosystèmes. Les chênes de Garry eux-mêmes sont aussi assiégés par des insectes nuisibles tels que les cynipidés et le phylloxera—qui provoquent la brûlure des feuilles et la défoliation prématurée et affaiblissent les arbres en les forçant à dépenser de l'énergie pour tenter de régénérer leur feuillage.

Afin de prévenir la disparition des écosystèmes de chênes de Garry du Canada, un nombre important d'organismes gouvernementaux et d'organismes environnementaux non gouvernementaux se sont associés pour protéger les quelques spécimens relativement intacts de ces écosystèmes qui existent encore et appliquer des programmes de rétablissement aux autres et à leurs espèces en péril. Environnement Canada fait non seulement partie de cette équipe de rétablissement, mais aide aussi à financer les initiatives d'acquisition foncière et d'intendance des terres par le truchement de l'Initiative de l'écosystème du bassin de Georgia (IEBG)—partenariat qui inclut Pêches et Océans Canada, ainsi que les ministères de la Protection de l'eau, du sol et de l'air et des Services aux collectivités, aux Autochtones et à la femme de la Colombie-Britannique. Le Programme d'intendance de l'habitat administré par l'intermédiaire d'Environnement Canada constitue lui aussi une source de financement sur place des efforts de rétablissement et de remise en état de ces écosystèmes.

Les achats les plus récents qui ont bénéficié d'un financement de l'IEBG ont porté sur un groupe de promontoires de l'île Galiano, qui sera administré en tant que zone de conservation et refuge d'oiseaux, des terrains dans le parc régional Mill Hill, à l'ouest de Victoria, et la plus vaste région boisée intacte où prédominent les chênes de Garry au Canada sur l'île Salt Spring. Ces terrains sont essentiels à l'établissement projeté d'un réseau qui représentera les écosystèmes de chênes de Garry dans la totalité de leur aire de répartition géographique, qui soutiendra la faune et la flore indigènes et qui sera viable à long terme.

L'importance de conserver cet habitat menacé est soulignée par de nouvelles indications donnant à penser que les écosystèmes de chênes de Garry prospéraient tout particulièrement durant une période chaude et sèche qui suivit la dernière glaciation. Leur adaptation à la sécheresse estivale pourrait en faire les écosystèmes de l'avenir, puisque ces conditions pourraient à nouveau régner par suite du réchauffement de la planète. S•E

Bulletin S et E

Ce bulletin présente tous les deux mois de l'information sur les travaux de pointe d'Environnement Canada, en sciences et en technologie.

Pour obtenir plus de renseignements sur un sujet mentionné dans le présent bulletin ou dans des numéros antérieurs, veuillez consulter le site Web de *S et E* à l'adresse [www.ec.gc.ca/science]. Bon nombre des publications ministérielles mentionnées dans le *Bulletin* figurent sur la Voie verte d'Environnement Canada à [www.ec.gc.ca]ou peuvent être commandées auprès de l'Infomathèque au 1-800-668-6767.

Il est possible d'obtenir les coordonnées de scientifiques en communiquant avec Paul Hempel, éditeur du *Bulletin*, par courrier électronique à Paul.Hempel@ec.gc.ca ou par téléphone au (819) 994-7796. Les commentaires ou suggestions sont accueillis favorablement.

N'hésitez pas à reproduire de l'information provenant de la présente publication en indiquant sa source : le *Bulletin S et E* d'Environnement Canada.

ISSN 1480-3801 ©Sa Majesté la Reine du chef du Canada (Environnement Canada) 2002